

なる

NAL

No.528

MARCH 2003



- 成層圏滞空試験機の開発近況
- 青ヶ島新ヘリポート風計測飛行実験
- ジェットエンジン排気中のNOxと氷晶の干渉
- エジェクターラムジェット
- 地球を飛び出しても人間が生きられる技術

National Aerospace Laboratory of JAPAN

3

航空宇宙技術研究所

成層圏滞空試験機の開発近況

当研究所では、成層圏プラットフォーム飛行船の実現に向けて、膜材構造設計技術と船体製造技術の実証および、ジェット気流帯を通過して成層圏に至るまでの実飛行環境データの収集等を目的とした、成層圏滞空試験を計画しています。

この試験に使用する機体は、全長46m×最大直径12m、体積3,500m³、重量500kgの軟式構造飛行船で、無動力ながら充填されたヘリウムにより高度15kmまで上昇できる性能を有



写真1 完成間近の機体

しています。現在は茨城県日立市にある日立港第5埠頭の格納庫で最後の調整を行っています（写真1）。

機体開発と並行して実験場で行った各種試験についてご紹介します。

まず日立港での放船作業と、機能部品の作動確認のため、2002年10月にポリエチレン膜製の1/2模型飛行船を使って放船試験を行いました。この試験では、目的高度の半分での落下や、航空管制用レーダーの応答信号不調、また、回収用のパラシュートが機体に絡んだりする不具合が出ました。

この不具合の対策と、機体膜材をポリエチレンフィルムから実際の試験機で使用するベクトランに変えたことによる熱特性の違いを実証する目的で、2003年1月にベクトラン膜製の1/2模型飛行船で試験を行いました（写真2）。圧力計測の一部に不具合が出ましたが、10月の試験時に発生した不具合は克服されました。両試験で収集したデータは、飛行経路推定解析の精度向上のためにも使われます。

次に、当研究所の実験用航空機に発信器を付けて所定の飛行を行い、日立実験場での受信感度を測定する

電波覆域試験を行いました。飛行方位は、40度と100度、高度は、1,000ft、3,000ft、5,000ftとしました。40度方向では、陸地との電波干渉が記録されましたが、100度方向は、ほぼ理論通りの感度が確認できました。

また全長46m、最大直径12mという大きな機体なので、格納庫から実験場まで機体を乗せる台車の走行ができるかどうか調べる走行試験も行いました。格納庫から実験場までの距離は、1kmほどですが、電力線、通信線、街路灯、交通標識等が数百点もあるため、機体に触りそうなものを1点1点調整し、走行の確認を行いました。

今後は、完成した機体で放船模擬試験を行うなど、本試験に向けて準備を進めていきます。

末筆ですが、御協力いただいた多くの方々に御礼申し上げますと共に、飛行試験に向けて今後とも一層のご理解とご協力をお願い申し上げます次第です。

成層圏プラットフォームプロジェクトセンター
飛行試験計画グループ



写真2 1月の試験時の様子

= 就航率の向上と飛行安全のために =

青ヶ島新ヘリポート風計測飛行実験

伊豆諸島の南端に位置する青ヶ島（写真右上）では、その険しい地形から波の高い日には船が接岸できなくなることが多く、代わりにヘリコプタが島民200人の日常の交通手段として活躍しており、日本では数少ないコミュニティ路線として定着しています。しかし、現在のヘリポートは海拔270mの地点にあり、特に梅雨の時期等には雲がかかって視程不良により欠航となる日が多いため、より標高の低い島の北端部の平地に新ヘリポートを設置する計画が検討されています。ただし、写真からも分かるようにこの部分は三方を断崖に囲まれており、冬の風の強い日には周辺に乱気流が発生し、飛行の安全に影響を及ぼす可能性が懸念されています。

当研究所では、航空機を用いた風擾乱計測に関する研究を行ってお

り、東京都大島空港の滑走路延長に伴う調査では、周辺の地形性乱気流の計測を行って飛行安全の向上に役立てられました。今回は、初めて実験用ヘリコプタ MuPAL-

(「なる」2002年12月号参照)を用いて風計測を行いました。MuPAL- は超音波式対気速度センサを用いた「空飛ぶ風速計」としての機能を有しており、また実験用ディスプレイに飛行経路を表示することができるため、新ヘリポート候補地の真上を低高度で飛行するコースや、崖沿いに飛行するコース(写真左下)を設定して乱気流の計測を行いました。



写真 青ヶ島の全景と崖沿いのコースを飛行中の機内から見た様子

確認されました。今回の飛行実験により、限られた条件下ではありますが、新ヘリポート候補地周辺の気流の性状を明らかにすることができました。

今回の飛行実験は、東京都青ヶ島村からの協力依頼に基づいて行われました。新ヘリポートの適否に関わる調査は、現地でコミュニティ・ヘリコプタを運航している東邦航空(株)がとりまとめを行い、(財)日本気象協会による島周辺の気流のCFD(数値流体力学)解析なども実施しています。今回の飛行実験に際し、これら関係各位にご助言とご協力をいただきました。

図は計測結果の例で、上空で北西の風が約12m/sの条件下で新ヘリポート候補地の約30m上空を水平飛行した際の風速・風向の変化を示したものです。特に西側の崖は勾配が急なため、崖縁部では強い乱気流が、また風上側では強い上昇気流が発生していることが

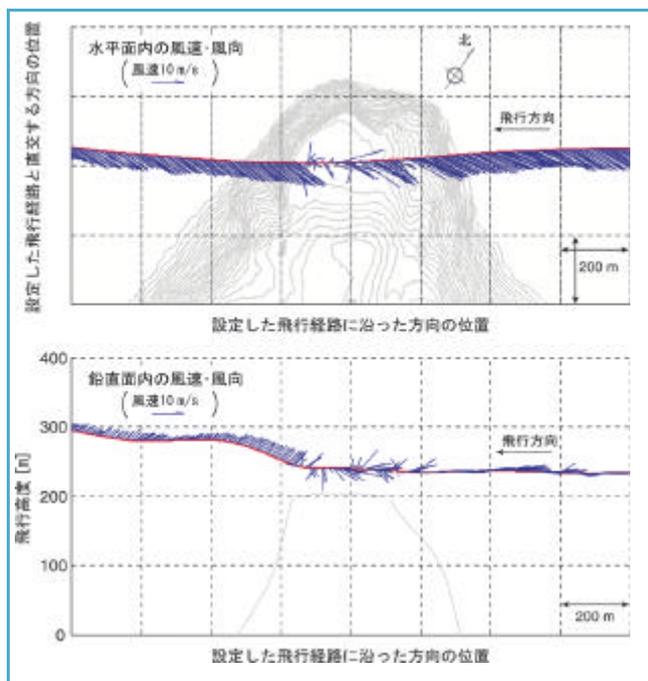


図 計測された乱気流の例



飛行システム研究センター
又吉 直樹

ジェットエンジン排気中の NOxと氷晶の干渉

航空機のジェットエンジンから排出される燃焼ガスには、窒素酸化物（NO_x¹）、硫黄酸化物（SO_x）水蒸気などが含まれています。水蒸気は周囲温度が氷点以下になったとき氷晶を形成し、氷晶密度が高い場合には、飛行機雲として地上から観測されます。運航が過密なヨーロッパの地域では、この飛行機雲が数日にわたって消えないことがあり、日照への影響や温暖化など、将来問題となる可能性があります。

ジェットエンジンから排出されたNO_xの一部は、同時に排出された水蒸気が凝縮して生成する水滴や氷晶に取り込まれたり、吸着されたりします。そのためNO_xが大気に与える影響を予測するには、吸着の度合いを解明する必要があります。そこで、氷晶にどの程度のNO_xが吸着されるのかを調べる実験を、昨年度に引き続き「日本一寒い町」北海道陸別町で1月末から2月にかけて、町と北海道陸別町しばれ技術開発研究所の協力を得て行いました。

実験では、室内におかれた小型の燃焼器で、ジェットエンジンの排気と同じ組成の燃焼ガスを発生させます。このガスを冷やしながら屋外のダクトに導き、ここで吸気ファンに

よって吸入された氷点下25 程度の
大気と混ぜ、排気に含まれる水蒸気を凝固させると氷晶が生じます。ダクトの出口に置かれた捕集用シートに付着した氷晶を採取し、分析することによって排気中のNO_xが氷晶に取り込まれたかが分かります（図1）。実験結果の一例を示した図2のグラフから、燃焼ガス中のNO_x濃度の増加にともなって、NO₂¹、NO₃¹、SO₄²イオン濃度が増えていることが分かります。SO₄は燃料に含まれる硫黄分から生成されたもので、氷晶中にNO_xと一緒に取り込まれます。また、酸性雨²の指標となるPHの値は6.4～6.6の範囲で、陸別町に降った新雪のPH値は6.3でした。

ジェットエンジンから排出された、NO₂¹、NO₃¹、SO₄²イオンを含んだ氷晶が環境へ与える影響は、あまり注目されていませんでした。これまで大気環境学の多くの研究対象は、気相成分や生成原因が異なるエアロゾル³の生成と移動の挙動でした。現在の評価では、人為的に作られるNO_xによる酸性雨の主要な発生源は、燃焼生成物の大気循環によるものとされています。航空機が使用するエネルギーの消費量は、全体の3%にすぎないため、排気ガスの影響は軽視されて

いまいました。今後、航空機の飛行総距離が増加することは必至です。しかし、地上でのNO_xの排出抑制技術の開発が進むほどには、航空機エンジンのNO_x排気改善は進んでいません。した

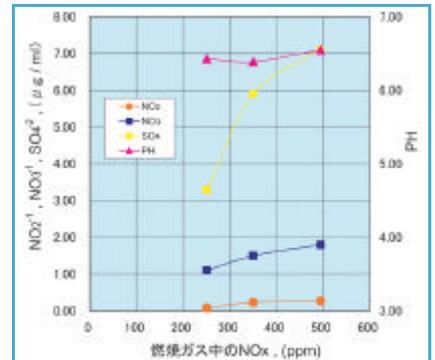


図2 氷晶の分析結果

がって、航空機から排出されるNO_xの影響は大きくなる可能性が高く、適正な環境評価が必要となります。

- 1 NO_x：物が燃えるときに空気中の窒素が酸素と結合してNO_xが発生します。高温燃焼のときに発生しやすくNO（一酸化窒素）とNO₂（二酸化窒素）とを合わせてNO_xと呼んでいます。
- 2 酸性雨：自然の雨は、空気中のCO₂（二酸化炭素）が溶け込み最初から弱い酸性で、酸性雨というのは、硫黄酸化物や窒素酸化物の溶け込んだ雨をいいます。酸性の度合いをPHであらわし、PHの値が低いほど、酸性が強くなります。自然の雨はPH = 5.6で、それ以下の雨のことを酸性雨といえます。中性はPH = 7です。
- 3 エアロゾル：大気に浮遊している固体あるいは液体の細かい粒子のことで、降雨や降雪には欠かせないものです。

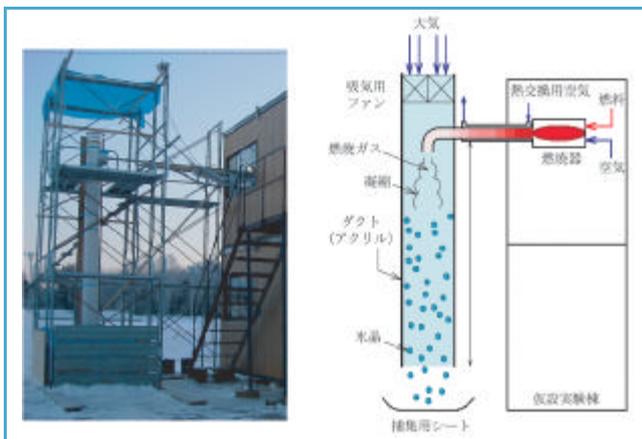


図1 実験装置（外観写真とその概要）



航空推進研究センター
山田 秀志

= シンプルな構造の宇宙往還機用エンジン =

エジェクターラムジェット

宇宙往還機の推進システム

当研究所では、地上と宇宙の間を何度も行き来することが可能な、完全再使用型の宇宙輸送システム（宇宙往還機）の研究を進めています。宇宙往還機の推進システムとしてはいくつか考えられていますが、複合サイクルエンジン（「なる」1999年9月号、2002年12月号参照）もそのひとつです。

H-Aやスペースシャトルなどの宇宙へ行く機体は、推進システムにロケットエンジンを使用しています。ロケットは酸化剤と燃料を搭載しており、これを混合して燃焼させることで推進力を得ています。もし、大気圏飛行中は空気中の酸素を利用できれば、酸化剤を減らして輸送したい物資などを増やすことができます。そこで考え出されたのが、ロケットエンジンに空気吸込式エンジンを組み合わせた複合サイクルエンジンで

す。

複合サイクルエンジンの主要部分は、中が空洞のシンプルな構造をしています。これは、超高速で作動するラムジェットおよびスクラムジェットに適した構造です。内部にはロケットエンジンが組み込まれており、宇宙空間ではこのロケットエンジンを使います。ラムジェットは高い推進力を得るために、高速で流入する空気を減速することで圧縮し、燃焼を行います。このラムジェットを低速でも使えれば理想的なのですが、低速では空気を十分に取り込めないため、このままでは圧縮および燃焼を行うことができません。

そこで離陸時などの低速用エンジンとしては、飛行機でお馴染みのターボジェットを基にしたエンジンと、ここで紹介するエジェクターラムジェットなどが候補となります。

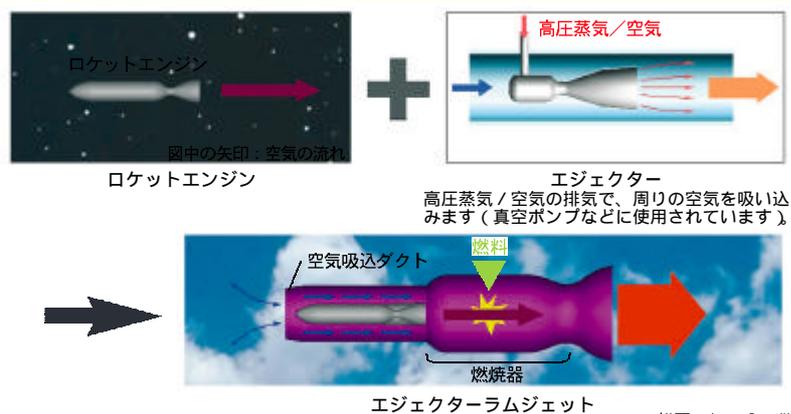
エジェクターラムジェット

エジェクターラムジェットは、宇宙空間で使用するためのロケットエンジンを利用して、ラムジェットを離陸直後の低速域でも作動するようにしたエンジンです。ラムジェット自身は低速では空気を十分に吸い込むことができないので、ロケットエンジンによる高速の排気が周りの空気を引きずり込む「エジェクター効果」を利用して、エンジン内に大量の空気を流入し圧縮します。このエンジンは、ターボジェットほどには効率は良くありませんが、エンジンの構成がシンプルになるという利点があります。

高性能のエジェクターラムジェットの実現に向けて

エジェクター効果をエンジンに適用する場合の設計手法や効率の推算方法は、まだ確立されていないのが現状です。そこで当研究所航空推進研究センターでは、エジェクターラムジェット流れ場を模擬した試験装置を製作して、数値計算の検証に必要なデータを取得しています。今後は、十分に検証された数値計算を用いて、効率のよいエジェクターラムジェットの設計を進めていく予定です。なお、ラムジェット推進研究センターにおいても、スクラムジェットエンジンの流路を活用したエジェクターラムジェットの研究が進められています。

エジェクターラムジェット



ロケットエンジンの出す高速の排気により、周りの空気は引きずられます。その結果、低速飛行中でもエンジン内に大量の空気を吸い込むことができます。大量に吸い込んだ空気は、ラムジェットと同様に減速して圧縮し、ロケットの排気と混ぜて燃焼します。こうすることで、効率よく推進力が得られると考えられています。

航空推進研究センター
岡井 敬一（取材協力）

= 「宇宙で暮らす」ってなんだろう？ =

地球を飛び出しても人間が生きられる技術

宇宙はどんなところだろう？

現在、高度約400kmの地球周回軌道上に、観測や実験などの研究を行うための施設である国際宇宙ステーション（ISS：International Space Station）の建設を、日本やアメリカなどの国々が協力して進めています。

ISSの中には、重力がありません。正確には、地球周回軌道では重力と遠心力が釣り合うため、見かけ上重力の働かない無重量状態になります（図1）。この状態では、地上では混ぜるのが困難な比重の違う物質を均一に混ぜることができるため、今までにない材料や薬などの開発が行えると期待されています。

もうひとつ、地球から遠く離れた銀河などを観測する時に邪魔になる大気も、宇宙にはほとんど存在しません。そのため宇宙からだと、アメリカ航空宇宙局（NASA）によって打ち上げられたハッブル宇宙望遠鏡のように、遠く離れた銀河の姿を鮮明に捉えることができます。

宇宙は我々の生活に

どう役立っているのだろう？

地球周回軌道上には、宇宙開発初期より大小の衛星が多数打ち上げられ、我々の生活の様々な場面で活躍しています。

例えば天気予報は、気象衛星を使って地球の気象現象を観測することにより、格段にその精度が向上しました。また、最近は携帯電話などにも搭載され、すっかり生活に定着しているGPS（全地球測位システム）は、航行・測位衛星のおかげで成り立っています。通信・放送衛星は、地球上の様々な情報を瞬時に得る方法として一役買っています。

宇宙は地上に比べて気温が大変低く、人体に有害な宇宙線が大量に飛び交っている環境の厳しい場所です。そのため、衛星やロケット、搭載する機器などは、様々な最先端技術を結集して製造されています。また、宇宙用に開発された技術や機器には、非常に高い安全性と信頼性が求められるため、それらは地上でも安心して利用でき、様々な場面で活躍しています。

人間が宇宙で生活するために

最低限必要なもの

人間が宇宙で生活するために最低限必要となるものは、酸素と水と食料です。ISSには、酸素と水を生産できる装置が積まれています。ただ現時点では、必要な量を100%生産できないため、ある程度は地球から運ぶ必要があります。食料は、宇宙で生産するすべがないため、100%地球から運んでいます。

その他にも、生活する上で排出される二酸化炭素や排泄物を処理する技術も必要です。ISSには、二酸化炭素を除去する装置は装備されています。しかし、排泄物は処理できないため、輸送船等に積み込み、大気圏に再突入する際に船外へ放出して燃え尽きさせる方法をとっています。

もっと遠くへ

地球の環境破壊問題が大きく取り上げられるようになったころ、火星を地球のような環境に造りかえ（テラフォーミングといいます）、人間が生活できるようにしようという考えが出てきました。テラフォーミングを行うかどうかは別として、人間が火星に行くという考え自体は今でも提唱されています。

火星へ人間を送るためには、まず火星まで行くことができる宇宙船の開発が重要です。火星に行きっぱなしでは何か問題が起こったときに困るため、往還形の機体である必要があります。

火星と地球を往復するには、現在の技術では最短でも3年近くかかります。その間に必要な物資や燃料など、全てを宇宙船に積み込んで持っ

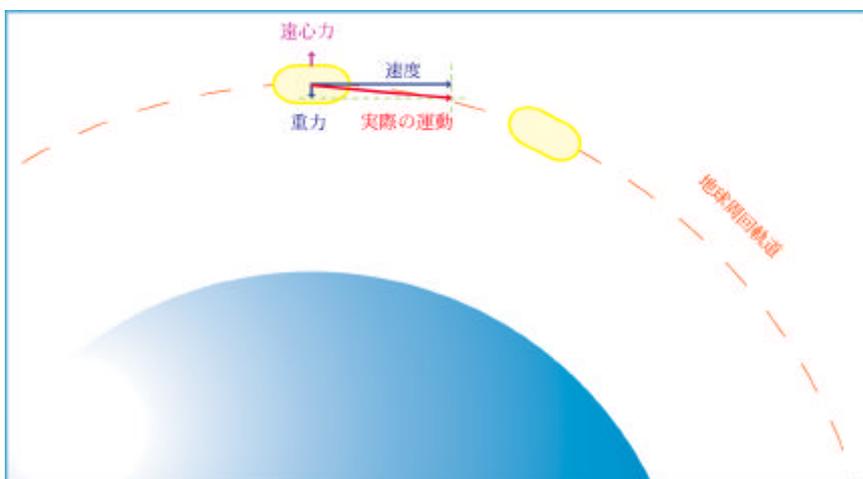
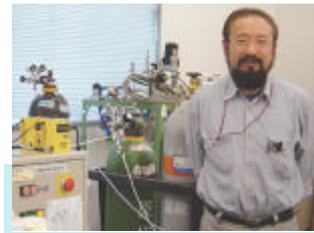


図1 無重量状態



宇宙システム研究センター
小口 美津夫（取材協力）

ていくことは、重量などの面から不可能です。そのため、必要な物資を供給し、排泄物などの不用物を処理する技術も重要になります。

宇宙往還機の推進システムや搭載された装置を駆動するためには、宇宙環境を利用して電力などをまかなう必要があります。そのため、エネルギー供給も大変重要な技術です。

他にも、宇宙線を防ぐ技術や火星での住居建設技術など、様々な新しい技術が必要となってきます。

外から物資を供給することなく

人間を生活させる

「自立型完全循環生命維持システム」

当研究所では、外部との物質のやり取りが一切ない閉鎖環境系で人間

が生活できるシステムとして、「自立型完全循環生命維持システム」（図2）の研究を進めています。

このシステムでは、人間が生活する上で欠かせない酸素と水と食料が、人間の排出する二酸化炭素と排泄物から作られます。藻類培養サブシステムと廃棄物処理サブシステム（「なる」2002年10月号参照）については、すでにシステムとしての技術は確立しています。そのほかのシステムについても、現在研究を進めているところです。

もともと火星で暮らすという考えは、環境汚染などで地球上に人間が住めなくなったときに移り住もうというものでした。「自立型完全循環

生命維持システム」の各システムは、火星などで暮らす上で欠かせないことはもちろんですが、地球上の環境問題など、今現在の暮らしにも大変役立つ技術です。火星で暮らすための研究が、地球に住めなくなるからではなく、興味や探究心といった夢のある行為のもとに進められるためにも、これからも研究を進めて行きたいと思います。

（広報室）

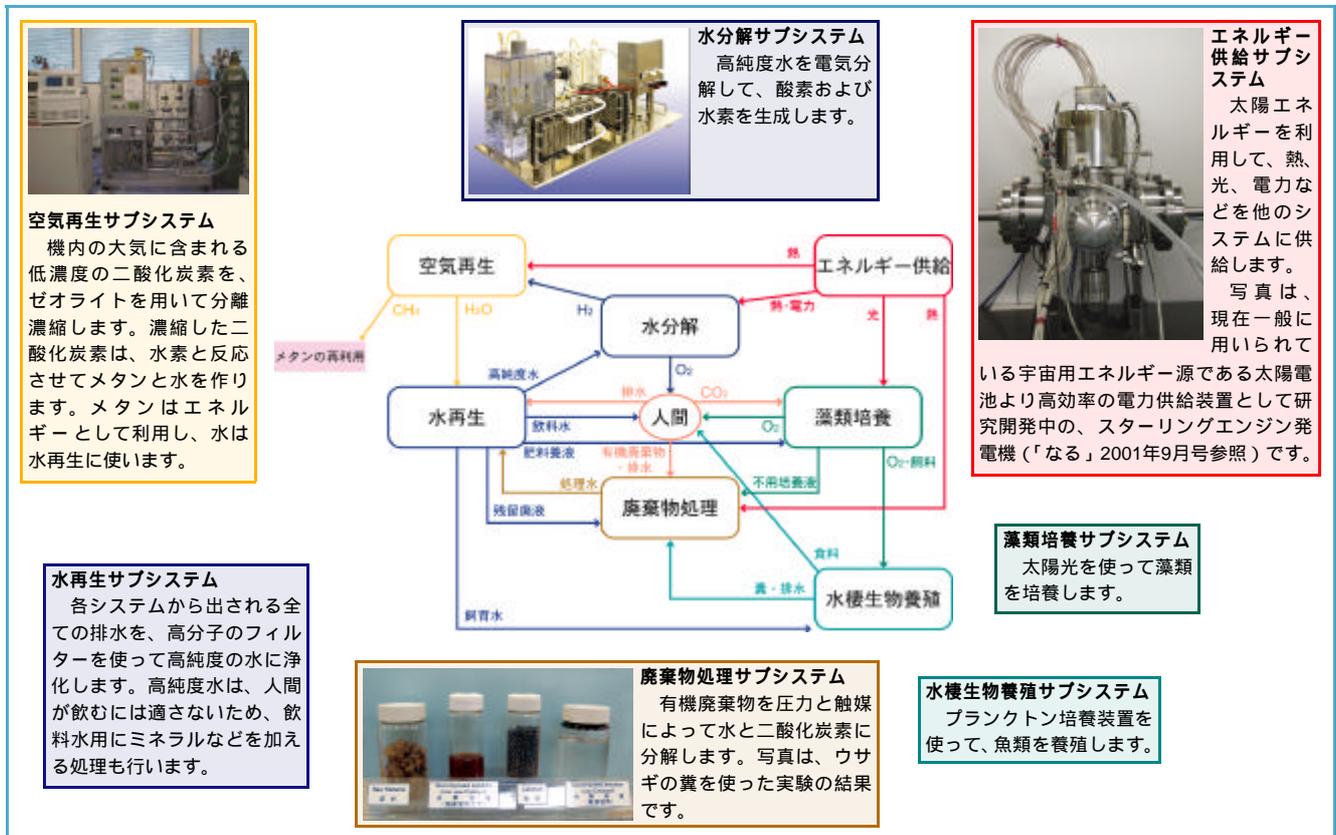


図2 当研究所で開発を進めている「自立型完全循環生命維持システム」の概要

第3回ITBLシンポジウム開催される

2003年2月17日（金）日本科学未来館においてITBLシンポジウムが開催されました。ITBLとは、“IT-Based Laboratory”の頭文字をとったもので、日本国内の研究機関のスーパーコンピュータ、データベースなどを高速回線で接続し、地理的制約を受けない共同研究が可能な「仮想研究環境」の構築を目的としています。当研究所、物質・材料研究機構、防災科学技術研究所、理化学研究所、日本原子力研究所、



科学技術振興事業団の6機関を中心に、ネットワーク上の計算資源を容易に安全に利用するための基盤ソフトウェアやアプリケーションソフトウェア、データベースの開発を行っており、当研究所は「航空宇宙統合シミュレーションシステム」の研究開発を担当しています。

3回目となる今回は、『仮想研究所の実現に向けて』というテーマで、アプリケーションソフトウェアの開発状況の報告を中心に16件の発表が行われました。また、同会場内別室にて、当研究所を含む3研究所の開発しているソフトウェアのデモも同時に行われました。分野は航空宇宙、ナノテク・材料、ライフサイエンス、防災・環境科学と多岐にわたっており、研究機関、大学、民間企業等の研究者、技術者など、全



国から200名の参加者が集まりました。会場では、終日活発な議論が行われ、ネットワークを利用した仮想研究環境に対する高い関心が見て取れました。

今回のシンポジウムの報告および議論等の掲載、ITBLについての情報提供・意見交換等を継続的に行うために、ITBLのホームページ (<http://www.itbl.jp>) を開設していますのでご利用ください。

CFD技術開発センター
吉田 正廣

= 成層圏プラットフォームによる豊かな地球社会の実現と国際協調 =

第4回成層圏プラットフォームワークショップの報告

今年は例年よりも遅く、年明けの平成15年2月26日（水）～27日（木）の2日間、延べ320名の参加を得てココヨホールにて開催されました。

第1日目は、成層圏プラットフォーム計画の現況と今後の取組について、当研究所、通信・放送機構（TAO）、通信総合研究所（CRL）、海洋科学技術センター（JAMSTEC）から4件が報告されました。午後は、海外の成層圏



プラットフォーム開発について、アメリカ航空宇宙局（NASA）、韓国航空宇宙研究所（KARI）、イギリスのAdvanced Technologies Group（ATG）とヨーク大学、中国の電子科学院、清華大学および上海交通大学から紹介がありました。第1日目の最後のパネル討論は、「成層圏プラットフォームによる豊かな地球社会の実現と国際協調の在り方」と題して、齋藤忠夫組織委員長（中央大学教授）をコーディネータとして進められました。海外からの招待講演者と日本側の関係者代表から、現状と今後の進め方等について意見および提案があり、それに対して会場からは質問や発言が飛び出すなど、活発な討論が交わされました。

第2日目は、飛行船および追跡管制技術の開発状況について7件、気象に関する特別講演が1件、ミッション等に関するものが10件、発表されました。今年は、我が国の成層圏滞空試験機も完成し、飛行試験が開始される年となります。韓国でも具体的な計画が進行しており、国際ワークショップとしての有意義な会議となりました。なお、会場入口の成層圏模型（当研究所展示）は、成層圏プラットフォームを理解してもらう上で参加者、取材関係者に好評でした。

成層圏プラットフォームプロジェクトセンター
計画管理室



発行

独立行政法人 航空宇宙技術研究所
東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1 〒182-8522
平成15年3月発行 No.528

© 禁無断複写転載「なる」からの複写、転載を希望される場合は、広報室にご連絡ください。

ご意見ご感想などは電話、FAXまたはEメールでお寄せください。

電話：0422(40)3958 FAX：0422(40)3281

NALホームページ：<http://www.nal.go.jp/> Eメール：WWWadmin@nal.go.jp

古紙配合率100%再生紙を使用しています